

Tresp, Timo; Stockheim, Daniel; Koch, Katja; Jungmann, Tanja  
**Effekte mathematischer Prozessqualität sowie pädagogischer  
Professionalisierungsmaßnahmen auf die mathematischen  
Basiskompetenzen von Kindern in Kindertageseinrichtungen**

*Empirische Sonderpädagogik 6 (2014) 3, S. 227-242*



**Quellenangabe/ Reference:**

Tresp, Timo; Stockheim, Daniel; Koch, Katja; Jungmann, Tanja: Effekte mathematischer Prozessqualität sowie pädagogischer Professionalisierungsmaßnahmen auf die mathematischen Basiskompetenzen von Kindern in Kindertageseinrichtungen - In: Empirische Sonderpädagogik 6 (2014) 3, S. 227-242 - URN: urn:nbn:de:01111-pedocs-99323 - DOI: 10.25656/01:9932

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:01111-pedocs-99323>

<https://doi.org/10.25656/01:9932>

in Kooperation mit / in cooperation with:

Pabst Science Publishers <https://www.psychologie-aktuell.com/journale/empirische-sonderpaedagogik.html>

**Nutzungsbedingungen**

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.  
Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

**Terms of use**

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.  
This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

**Kontakt / Contact:**

**peDOCS**  
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation  
Informationszentrum (IZ) Bildung  
E-Mail: [pedocs@dipf.de](mailto:pedocs@dipf.de)  
Internet: [www.pedocs.de](http://www.pedocs.de)

Empirische Sonderpädagogik, 2014, Nr. 3, S. 227-242

## Effekte mathematischer Prozessqualität sowie pädagogischer Professionalisierungsmaßnahmen auf die mathematischen Basiskompetenzen von Kindern in Kindertageseinrichtungen

*Timo Tresp, Daniel Stockheim, Katja Koch & Tanja Jungmann*

*Institut für Sonderpädagogische Entwicklungsförderung und Rehabilitation (ISER),  
Universität Rostock*

### **Zusammenfassung**

Frühe mathematische Kompetenzen sind gute Prädiktoren späterer Rechenleistungen. Damit kommt der Kindertageseinrichtung als erster Bildungsinstitution eine wichtige Rolle in der frühen mathematischen Förderung zu. Wenngleich zahlreiche Fortbildungsmöglichkeiten für pädagogische Fachkräfte bestehen, ist die Qualität früher mathematikförderlicher Prozesse in diesem Setting derzeit als gering einzuschätzen. Der vorliegende Beitrag überprüft an einer Stichprobe von 197 Vorschulkindern a) den Einfluss mathematischer Prozessqualität sowie b) die Effektivität von Qualifizierungsmaßnahmen auf kindliche mathematische Basiskompetenzen. Die Ergebnisse der Datenanalyse mit hierarchisch-linearen Modellen belegen die Bedeutung mathematischer Prozessqualität. Ein Einfluss der durchgeführten Fortbildungen auf die Kompetenzen der Kinder konnte hingegen nicht gefunden werden. Methodische Limitationen werden als Gründe für fehlende Effekte diskutiert, ebenso wird ein Ausblick auf die fortlaufende Untersuchung zur primären Prävention von Schwierigkeiten im Bereich Mathematik durch Professionalisierungsmaßnahmen für frühpädagogische Fachkräfte gegeben.

Schlüsselwörter: Frühe Bildung, pädagogische Professionalisierung, Prozessqualität, Strukturqualität

### **Effects of mathematical process quality and pedagogical professionalization on early math skills in pre-school**

#### **Abstract**

Children's early basic mathematical skills are good predictors of later academic achievement in maths. Thus, day-care as primary educational institution plays an important role in promoting early mathematics. Although numerous coursework exists for pedagogical professionals, the quality of maths-beneficial processes in this setting is low. The present article investigates a) the influence of mathematical process quality and b) the effectiveness of pedagogical professionalization on children's numeracy competencies in 197 pre-schoolers. We calculated hierarchical linear models and found a significant positive effect of mathematical process quality, but we were not able to confirm an additional effect of professionalization. We discuss methodological limitations of the present study as reasons for lacking effects of coursework and give perspectives on our further research on primary prevention of later academic failure in the area of mathematics.

Keywords: Early education, pedagogical professionalization, process quality, structural quality

Seit dem „PISA-Schock“ und den „Starting Strong“-Berichten der OECD (2001, 2006, 2011) herrscht in der internationalen bildungspolitischen Debatte Konsens darüber, dass Bildungsprozesse bereits vor Beginn der Grundschulzeit initiiert werden sollten. Erkenntnisse internationaler Längsschnittstudien belegen zudem den Einfluss vorschulischer Bildungsqualität auf die weitere kindliche Entwicklung (NICHED ECCRN, 2002; Sylva, Melhuish, Sammons, Siraj-Blatchford & Taggart, 2004).

In dem Wissen um die hohe Prädiktionsgüte früher mathematischer Kompetenzen für spätere Rechenleistungen ist die Förderung mathematischer Basiskompetenzen mittlerweile fester Bestandteil der Bildungspläne aller Bundesländer. Den pädagogischen Fachkräften fällt damit eine wichtige Rolle in der Gestaltung frühkindlicher Bildung zu (Schlotter & Wößmann, 2010). Förderung erfolgt immer im Kontext der Fachkraft-Kind-Interaktion, deren Qualität maßgeblich von den Handlungskompetenzen der Fachkräfte abhängt (Prozessqualität). Wenngleich zur Weiterentwicklung dieser Kompetenzen zahlreiche Fortbildungsmöglichkeiten bestehen, ist die Qualität der frühen mathematischen Förderung in Kindertageseinrichtungen gegenwärtig noch immer als gering einzuschätzen (Thiel, 2009). Für eine effektive Förderung aller Kinder erscheinen demnach professionelle Fortbildungsmaßnahmen notwendig, die explizit auf die Qualität pädagogischer Prozesse zielen, indem sie die Fachkräfte bei der Umsetzung hinzugewonnener Kompetenzen im Alltag unterstützen (Rudd, Lambert, Satterwhite & Smith, 2009). Die empirische Überprüfung der Effektivität von a) alltagsintegrierten Fördermaßnahmen auf die kindliche Kompetenzentwicklung, b) Qualifizierungsmaßnahmen auf die pädagogischen Handlungskompetenzen sowie c) Qualifizierungsmaßnahmen auf die kindliche Kompetenzentwicklung steht bislang jedoch noch aus.

In der vorliegenden Untersuchung wird im Rahmen einer modellhaft implementierten Professionalisierungsmaßnahme für pädagogische Fachkräfte überprüft, inwieweit die

in Kindergartengruppen vorhandene Prozessqualität Einfluss auf die Entwicklung mathematischer Kompetenzen von Vorschulkindern nehmen kann. Weiterhin wird untersucht, ob eine Professionalisierungsmaßnahme mit dem Schwerpunkt auf alltagsintegrierte mathematische Förderung positiven Einfluss auf die Entwicklung mathematischer Kompetenzen der Kinder hat.

### ***Frühe Prädiktoren späterer Rechenleistungen***

Mengen- und zahlenbezogenes Vorwissen ist als Prädiktor für den weiteren mathematischen Kompetenzerwerb gut belegt (u.a. Aunio & Niemivirta, 2010; Aunola, Leskinen, Lekkane & Nurmi, 2004; Dornheim, 2008; Krajewski, 2008; Krajewski & Schneider, 2006). Dies gilt auch noch, wenn der Einfluss allgemeiner kognitiver Fähigkeiten und Arbeitsgedächtnisressourcen statistisch kontrolliert wird. So berichten etwa Weißhaupt, Peucker und Wirtz (2006), dass das mathematische Vorwissen sechs Monate vor der Einschulung etwa 50% der mathematischen Schulleistungsunterschiede am Ende der ersten Klasse und zum Ende der Grundschulzeit immerhin noch 26% der Varianz in den Rechenleistungen der Schülerinnen und Schüler erklären kann (Krajewski & Schneider, 2006). Diese Ergebnisse decken sich mit den Befunden internationaler Längsschnittuntersuchungen, die zeigen, dass sich die frühen mathematischen Kompetenzen der Kinder nicht nur auf das Niveau der späteren Rechenleistungen auswirken, sondern auch auf die sonstige Leistungsentwicklung (Aunola et al., 2004; Jordan, Kaplan, Ramineni & Luconiak, 2009). Weiterhin vergrößert sich die Leistungsdifferenz zwischen Kindern mit hohen und niedrigen mathematischen Kompetenzen im Laufe der Grundschulzeit.

Vor diesem Hintergrund ist davon auszugehen, dass die frühzeitige Diagnose von Entwicklungsrückständen und eine umfassende Förderung der Kinder in der Vorschule zur Prävention von Rechenschwierigkeiten bei

tragen können (Dornheim, 2008; Werner, 1999).

### **Effekte alltagsintegrierter Förderung**

Werden die unterschiedlichen Formen frühkindlicher Förderung betrachtet, ist bislang eine Dominanz additiver bzw. lehrgangsorientierter Förderprogramme zu konstatieren, deren praktische Umsetzung sich aufgrund von hohen organisatorischen Anforderungen häufig schwierig gestaltet (Jörns, Schuchardt, Mähler & Grube, 2013). Immer stärker etablieren sich daher alltagsintegrierte Interventionsmaßnahmen, die allgemeindidaktische Prinzipien und Rahmenkonzeptionen zur Förderung kindlicher Kompetenzen umzusetzen versuchen. Dabei wird auf vorhandenes Material zurückgegriffen, das in wenig strukturierten Alltagssituationen eingesetzt wird. Während in lehrgangsorientierten Programmen Fördersituationen kreiert werden, streben alltagsintegrierte Ansätze an, situationsimmanente Förderpotentiale optimal zu nutzen. Dies gelingt bisher noch unzureichend (u.a. Dickinson, 2003), was eine Adaption des pädagogischen Handelns notwendig macht, die in Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen mit dem Fokus auf eine umfassende alltagsintegrierte Förderung zu realisieren ist. Die diesbezügliche Forschungslage ist zwar bisher noch überschaubar, dennoch gibt es erste Hinweise, dass alltagsintegrierte Fördermaßnahmen die mathematische Entwicklung von Kindern positiv beeinflussen können (Peter-Koop & Grübing, 2008). Dies gilt gleichermaßen für Kinder mit und ohne Risikostatus (Jörns et al., 2013).

Generell liegt ein wesentlicher Vorteil der alltagsintegrierten Förderung gegenüber den meisten lehrgangsorientierten Förderprogrammen darin, dass ohne großen zusätzlichen Aufwand alle Kinder der Gruppe erreicht werden und profitieren können. Offen bleibt bislang aber noch, ob alltagsintegrierte Fördermaßnahmen nachhaltiger sein können als lehrgangsorientierte Programme.

### **Effekte pädagogischer Qualität auf mathematische Kompetenzen von Vorschulkindern**

Den Kindertageseinrichtungen kommt als ersten Institutionen in der kindlichen Bildungsbiographie eine wichtige Rolle in der Förderung basisnumerischer Kompetenzen zu. Die konkrete Gestaltung der Bildungsangebote bleibt jedoch weitestgehend der einzelnen Fachkraft überlassen, was zu erheblichen Variationen in der Qualität der Umsetzung in Abhängigkeit von der individuellen Orientierung und dem Konzept der Kindertageseinrichtungen führt. In einigen Bundesländern wird im Rahmen von Qualitätsentwicklungsprogrammen zwar ein verbindlicher Mindeststandard angestrebt (z.B. Berlin), die Initiierung eines flächendeckenden Konzeptes zur Entwicklung und Sicherung frühpädagogischer Bildungsqualität steht in Deutschland jedoch noch aus.

Internationale Studienergebnisse des NICHD Early Child Care Research Networks (2000, 2002) bestätigen den positiven Effekt pädagogischer Qualität auf die Vorläufer späterer Schulleistungen (z.B. das Lösen konkreter, anschauungsgebundener mathematischer Problemstellungen) über die Altersspanne von 15 bis 54 Monaten. Im Rahmen des Effective Provision of Pre-School Education (EPPE)-Projekts ließen sich ebenfalls signifikant positive Zusammenhänge zwischen der pädagogischen Prozessqualität (Harms, Clifford & Cryer, 2004; Sylva, Siraj-Blatchford & Taggart, 2003) und Outcome-Variablen wie frühen Erzähl- und Lesekompetenzen, frühen mathematischen Kompetenzen sowie der nonverbalen Intelligenz nachweisen. Zusammenhänge zwischen der Qualität der Fachkraft-Kind-Interaktion (Prozessqualität) und der kindlichen Entwicklung zeigten sich auch unter Kontrolle des sozioökonomischen Hintergrundes. Diese Befunde implizieren, dass Kinder aus allen Sozialschichten von einer hohen pädagogischen Qualität profitieren. Für den Bereich früher mathematischer Kompetenzen wird zudem ein positiver Interaktionseffekt zwischen dem Geschlecht und der

pädagogischen Qualität zugunsten der Jungen berichtet (Sylva et al., 2004).

Auch in deutschsprachigen Untersuchungen konnte die pädagogische Qualität zusätzliche Varianzanteile kindlicher Entwicklungsmaße in den Bereichen Sprache sowie sozial-emotionale Kompetenz erklären (Tietze, Roßbach & Grenner, 2005). Eine spezifische Betrachtung früher mathematischer Kompetenzen erfolgte bislang aber nicht.

### **Pädagogische Qualifizierungsmaßnahmen und kindliche Entwicklung**

Pädagogische Qualifizierungsmaßnahmen müssen insbesondere auf die Prozessqualität abzielen, denn sie ist innerhalb des Konstrukts pädagogischer Qualität für die Förderung der bereichsspezifischen Entwicklung der Kinder am relevantesten. Die pädagogische Prozessqualität äußert sich in „Interaktionen der Kinder mit anderen Kindern, dem Fachpersonal und der gegenständlichen Umwelt“ (Tietze et al., 1998, S. 39). Dem „Structure → Process → Outcome“-Paradigma zufolge kann sie als Mediator zwischen den fachlichen Kompetenzen der pädagogischen Fachkräfte und dem spezifischen Wissen der Kinder betrachtet werden (Fukkink & Lont, 2007) (vgl. Abbildung 1).

Das Modell geht von einer zweischrittigen Kausalkette aus, in der zunächst durch

Professionalisierungsmaßnahmen (Structure) die Kompetenzen der Fachkräfte verändert werden. Dies wirkt sich über eine verbesserte Interaktionsgestaltung (Process) wiederum positiv auf die kindliche Entwicklung (Outcome) aus. Dem entsprechend muss eine Verbesserung der pädagogischen Prozessqualität an der Kompetenzentwicklung der Fachkräfte ansetzen.

Für den mathematischen Bereich stellt Baroody (2004) fest, dass pädagogische Fachkräfte für eine gelingende Vermittlung mathematischer Inhalte über eine breite Wissensbasis verfügen müssen, die entwicklungspsychologische Erkenntnisse zum Erwerb mathematischer Kompetenzen beinhaltet.

Fukkink und Lont (2007) untersuchten in ihrer Meta-Analyse eine Vielzahl von Interventionsstudien zur Fortbildung pädagogischer Fachkräfte in den Bereichen allgemeine kognitive Förderung und Sprachförderung. Sowohl die Form der Fortbildung (Fortbildung mit und ohne Coachinganteil) als auch die methodischen Ansätze der einbezogenen Studien variierten dabei stark. In der Meta-Analyse konnte zwar ein mittlerer Effekt von Fortbildungen auf Fachkräfteebene nachgewiesen werden, Effekte auf Kindebene ließen sich jedoch statistisch nicht belegen. Effekte auf die Entwicklung der Kinder sind somit offenbar keineswegs eine automatische Folge der Qualifizierung der Fachkräfte, sondern können nur Resultat eines gelungenen Trans-

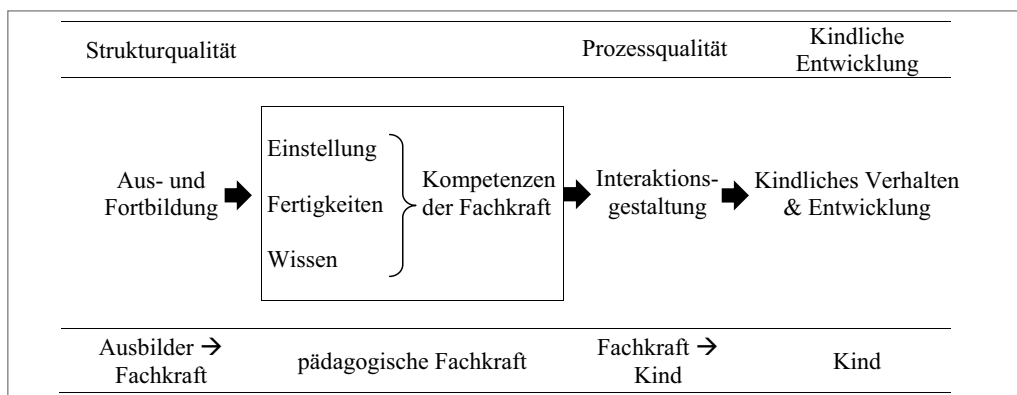


Abbildung 1: Pfadmodell zur Übertragung von Kompetenzen auf die kindliche Entwicklung (nach Fukkink & Lont, 2007)

fers in die pädagogische Alltagspraxis und somit verbesserter Interaktionsgestaltung sein. Entsprechend müssen die Professionalisierungsmaßnahmen (Aus- und Fortbildung) dahingehend optimiert werden, dass neben der Wissensvermittlung auch der Transfer des Wissens in die Praxis gesichert wird und damit eine erfolgreiche Förderung der Kinder erzielt werden kann.

### **Professionalisierungsmaßnahmen im KOMPASS-Projekt**

Im Rahmen des Projekts KOMPASS (Kompetenzen alltagsintegriert schützen und stärken; Jungmann, Koch, Morawiak, Schulz, Stockheim & Tresp, 2013)<sup>1</sup> wurde ein Professionalisierungskonzept für pädagogische Fachkräfte entwickelt, das einerseits die alltagsintegrierte Förderung, andererseits explizit die Verbesserung des Transfers erworbener Kompetenzen in die pädagogische Praxis der

Fachkräfte fokussiert. Hierzu wurden Fortbildungen für drei Bereiche (Sprache/Literacy, frühe mathematische Bildung und sozial-emotionale Entwicklung) im Umfang von jeweils 44 Stunden, die sich auf acht Module verteilen, durchgeführt. Jede teilnehmende Fachkraft wurde in einem der Bereiche fortgebildet.

Die theoretische Grundlage bildet das Kompetenzmodell von Fröhlich-Gildhoff, Nentwig-Gesemann und Pietsch (2011) (vgl. Abbildung 2), welches das o.g. „Structure → Process → Outcome“-Paradigma auf der Kompetenzebene der pädagogischen Fachkräfte inhaltlich vertieft.

Der Bereich der Disposition ist dabei als Äquivalent der Kompetenzen pädagogischer Fachkräfte bei Fukkink und Lont (2007) anzusehen, während die Performanzebene der Interaktionsgestaltung entspricht (Prozessqualität), die durch die Fortbildung positiv beeinflusst werden soll. Im Modell wird zwischen

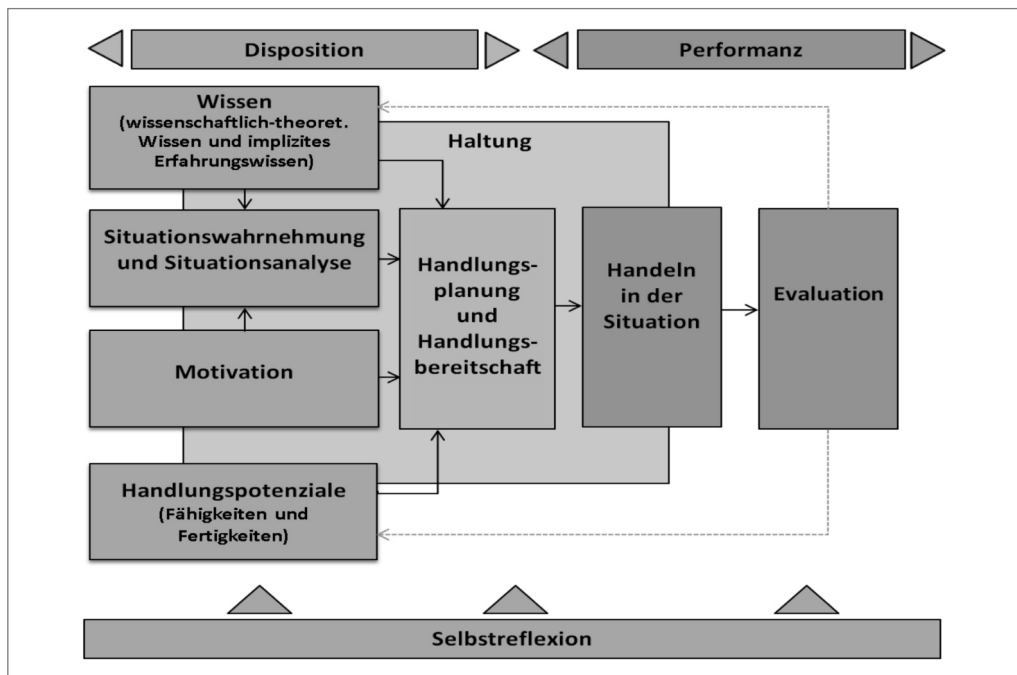


Abbildung 2: Kompetenzmodell für Erzieherinnen und Erzieher nach Fröhlich-Gildhoff et al. (2011)

<sup>1</sup> Das Projekt wird durch die Landesregierung von Mecklenburg-Vorpommern, vertreten durch das Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur, gefördert.

Handlungsgrundlagen, Handlungsbereitschaft und Handlungsrealisierung differenziert. Die Autoren gehen davon aus, dass das Denken und Handeln von Fachkräften entscheidend von ihren Orientierungen, Werthaltungen und Einstellungen geprägt wird. Als Grundstruktur beeinflussen diese Aspekte jegliches professionelles Denken und Handeln (Anders, 2012). Auch andere Autoren benennen Wissen, Motivation und die professionelle Haltung als Facetten professioneller Handlungskompetenz (u.a. Baumert & Kunter, 2006).

Ziel der Professionalisierung im Rahmen des KOMPASS-Projektes ist es, das *wissenschaftlich-theoretische Wissen*, die Fähigkeit zur *Situationswahrnehmung und -analyse* sowie die *Handlungspotenziale* der Fachkräfte maßgeblich zu fördern. Einen weiteren wesentlichen Inhalt stellt zudem die *selbstreflexive* Aufarbeitung der o.g. Dispositionen dar. Durch diese Maßnahmen soll zum einen das theoretische Wissen der Fachkräfte weiterentwickelt, zum anderen der Transfer dieses Wissens in die pädagogische Praxis gefördert werden – mit dem Ziel, die pädagogische Prozessqualität (Performanz) zu verbessern.

Im Fokus der Vermittlung *expliziten wissenschaftlich-theoretischen Wissens* steht die Entwicklung mathematischer Kompetenzen im Vorschulalter (z.B. Krajewski, 2008). Zur Identifikation von Potenzialen der mathematischen Förderung im Alltag wird die *Situationswahrnehmung und -analyse* anhand von Fall- und Situationsbeispielen thematisiert. Um *Handlungspotenziale* der Fachkräfte zu verbessern, werden didaktische Prinzipien des Mathematikunterrichts (nach Wittmann, 1997) für den Vorschulbereich aufbereitet und vermittelt. Zudem wird die Förderung lernmethodischer Kompetenzen (z.B. nach Gisbert, 2004) erarbeitet. Anregungen zur *Selbstreflexion* des eigenen pädagogischen Handelns sowie die gemeinsame Erarbeitung von geeigneten Fördermaterialien sollen die Implementierung der erlernten Inhalte in den praktischen Arbeitsalltag erleichtern. Es wird erwartet, dass sich durch die gezielte selbstreflexive Betrachtung eigener Fallbeispiele

der Transfer in die Praxis verbessert und sich damit Effekte auf der Ebene der Performanz der Fachkräfte zeigen. Entsprechend dem „Structure → Process → Outcome“-Paradigma (vgl. Abbildung 1) stellt dies die Voraussetzung für indirekte Effekte auf die kindliche Entwicklung dar.

### Forschungshypothesen

Dem gegenwärtigen Forschungsstand zufolge wird die kindliche Kompetenz insbesondere durch intraindividuelle Prädiktoren wie etwa die Lernausgangslage vorhergesagt. Zusätzlich wirken aber auf der Ebene der Kindergartengruppe etwa die Qualität pädagogischer Prozesse (Performanz) oder die Betreuungsdauer als Einflussfaktoren. Es ist somit davon auszugehen, dass sich Unterschiede in Faktoren auf der Ebene der Kindergartengruppe darin äußern, dass die mathematische Kompetenz der Kinder allein durch die Zugehörigkeit zu ihrer Kindergartengruppe unterschiedlich ist. In einem ersten Schritt wird überprüft, ob sich die Kindergartengruppen bezüglich der mathematischen Kompetenz der zugehörigen Kinder vor sowie nach der Intervention systematisch voneinander unterscheiden.

*Hypothese 1: Die untersuchten Kindergartengruppen unterscheiden sich statistisch bedeutsam im Hinblick auf die mathematische Kompetenz ihrer Kinder im Prä- sowie im Posttest.*

Weiterhin wird analysiert, wie diese kontextspezifischen Unterschiede zu erklären sind. Auf Grundlage der Erkenntnisse aus den EPPE- und NICHD-Studien wird erwartet, dass die mathematische Prozessqualität in den Kindergartengruppen die kindliche Kompetenz signifikant vorhersagt. Die Prozessqualität wurde vor den Fortbildungen erfasst.

*Hypothese 2: Die mathematische Prozessqualität (innerhalb der Kindergartengruppe) bildet unter Kontrolle des Alters der Kinder einen statistisch bedeutsamen positiven Moderator des Lerneffekts mathematischer Kompetenz der Kinder.*

Abschließend wird überprüft, ob die Teilnahme der Fachkräfte an Fortbildungsmodulen mit dem Schwerpunkt „frühe mathematische Bildung“ zusätzliche kontextspezifische Unterschiede zwischen den Kindergarten-Gruppen erklären kann.

*Hypothese 3: Die Teilnahme an der Fortbildung mit dem Schwerpunkt frühe mathematische Bildung erklärt unter Kontrolle des Alters der Kinder einen substantiellen Anteil der Varianz im Lerneffekt der mathematischen Kompetenz der Kinder.*

Dieser Befund würde für einen Effekt der durchgeführten Fortbildung und eine damit verbundene Steigerung der Prozessqualität sprechen.

## Methode

### Design

In der vorliegenden Studie werden die Effekte einer Fortbildung zur alltagsintegrierten Förderung früher mathematischer Bildung auf die Entwicklung der mathematischen Kompetenzen von Vorschulkindern im Rahmen eines Prä-Posttest-Designs mit einer Treatment- sowie einer Kontrollgruppe evaluiert. Einschränkung ist zu erwähnen, dass die Kontrollgruppe keine unbehandelte Wartekontrollgruppe darstellt. Vielmehr erhielten die Fachkräfte der Kontrollgruppe entweder Fort-

bildungen für den Bereich „Sprache/Literacy“ oder für den Bereich „sozial-emotionale Entwicklung“. Diese Fortbildungen waren konzeptuell ähnlich aufgebaut wie jene der Treatmentgruppe (z.B. Umfang, Fokus der alltagsintegrierten Förderung).

Die Prätestungen fanden im August 2012 statt. Über einen Zeitraum von September bis Dezember 2012 wurden acht Fortbildungstermine realisiert. Die Posttestdaten wurden etwa sechs Monate nach dem Prätest bzw. vier bis sechs Wochen nach Abschluss der letzten Fortbildung erhoben.

### Stichprobe

Die vorliegende Stichprobe umfasste ursprünglich 214 Kinder aus insgesamt 21 Gruppen, die 11 Kindertageseinrichtungen aus den Städten Rostock, Stralsund sowie deren Umkreisen entstammten. An den Fortbildungen zum Bereich alltagsintegrierte frühe mathematische Bildung nahmen 7 Fachkräfte teil, jeweils weitere 7 Fachkräfte erhielten Fortbildungen in den Bereichen „Sprache/Literacy“ und „sozial-emotionale Entwicklung“. Die Zuweisung der Fachkräfte zum Fortbildungsschwerpunkt erfolgte nicht randomisiert, sondern durch die Leitungen der Kindertageseinrichtungen. Entsprechend der Geschlechterverteilung im Bereich der Frühpädagogik nahmen überwiegend weibliche Fachkräfte an der Studie teil ( $n = 19$  vs.  $n = 2$  männliche Fachkräfte).

Tabelle 1: Untersuchungsgruppe

|                   |                                |        | Treatmentgruppe | Kontrollgruppe | Gesamtgruppe |
|-------------------|--------------------------------|--------|-----------------|----------------|--------------|
| <b>Kinder</b>     | Anzahl                         | N      | 70              | 127            | 197          |
|                   | Geschlecht                     |        |                 |                |              |
|                   | - männlich                     | n (%)  | 38 (54.29)      | 61 (48.03)     | 99 (50.25)   |
|                   | - weiblich                     | n (%)  | 32 (45.71)      | 66 (51.97)     | 98 (49.75)   |
|                   | Alter <sub>10</sub> in Monaten | M (SD) | 49.87 (9.98)    | 49.39 (8.89)   | 49.56 (9.26) |
| <b>Fachkräfte</b> | Anzahl                         | N      | 7               | 14             | 21           |
|                   | Geschlecht                     |        |                 |                |              |
|                   | - männlich                     | n (%)  | 0 (0.00)        | 2 (14.29)      | 2 (9.52)     |
|                   | - weiblich                     | n (%)  | 7 (100.00)      | 12 (85.71)     | 19 (90.48)   |



In die Analysen wurden alle Kinder mit vollständigen Werten einbezogen, 17 der 214 Kinder mussten wegen fehlender Werte in einer oder mehreren Variablen aus den Berechnungen ausgeschlossen werden (Ausfallrate = 7.9%). Gründe für die fehlenden Werte waren Umzüge, Entzug des elterlichen Einverständnisses zur Teilnahme an der Studie bzw. längerfristige Erkrankungen. Beide Gruppen sind hinsichtlich ihres durchschnittlichen Alters vergleichbar. Das Geschlechterverhältnis der Kinder ist über die Gesamtgruppe hinweg ausgeglichen; in der Treatmentgruppe sind die Jungen, in der Kontrollgruppe die Mädchen leicht überrepräsentiert (s. Tabelle 1).

### Instrumente

*Mathematische Kompetenzen der Kinder zum Prä- und Posttest.* Zur Erfassung früher mathematischer Kompetenzen wurde zu beiden Messzeitpunkten die Forschungsversion des Kieler Kindergarten tests (KiKi; Grüßing, Heinze, Duchhardt, Ehmke, Knopp & Neumann, 2013) eingesetzt (KIKI<sub>10</sub>, KIKI<sub>11</sub>). Der Test erfasst Kompetenzen in fünf Bereichen (*Mengen, Zahlen & Operationen; Größen & Messen; Raum & Form; Daten & Zufall; Veränderung & Beziehung*) mit insgesamt 32 Aufgaben.

Die mathematische Kompetenz der Kinder wird auf Basis der Item-Response-Theory für beide Messzeitpunkte geschätzt. Als Modell für die Schätzung dient ein Multidimensional-Random-Coefficient-Multinomial-Logit-Modell (MRCMLM), in dem die zwei Messzeitpunkte zwei latente korrelierte Dimensionen bilden. Die Korrelation der beiden latenten Variablen ist mit  $r = .96$  hoch. Die Personenfähigkeiten (Weighted Likelihood Estimates, WLE) im Prä- und Posttest liegen somit auf einer gemeinsamen Logit-Skala und sind daher direkt miteinander vergleichbar. Die EAP/PV-Reliabilität ist mit 0.896 (Prätest) bzw. 0.911 (Posttest) als gut einzuschätzen.

*Mathematische Prozessqualität in der Kindergartengruppe (KES-E<sub>10</sub>).* Zur Erfassung

von Aspekten der bereichsspezifischen mathematischen Prozessqualität in den Kindergartengruppen vor den Fortbildungen wurde die *Subskala Mathematik* aus der erweiterten Kindergartenskala (KES-E; Tietze, Gralla-Hoffmann, Grenner & Roßbach, 2012) eingesetzt. Die Prozessqualität wird nach Tietze et al. (1998) als Gesamtheit der Fachkraft-Kind-Interaktionen, der Peerinteraktionen sowie der Interaktionen der Kinder mit verfügbaren Materialien im Gruppenraum definiert und operationalisiert.

Auf einer siebenstufigen Likertskala (1 = unzureichend, 7 = ausgezeichnet) wurden prozessqualitative Merkmale für die vier Items *Zahlen und Zählen, Lesen und Schreiben einfacher Zahlen, Mathematische Aktivitäten: Formen und Mathematische Aktivitäten: Sortieren, Zuordnen und Vergleichen* eingeschätzt (z.B. „Erzieherin regt die Kinder an, beim Zuordnen, Vergleichen und Messen Begriffe und Ausdrücke des Vergleichs zu benutzen.“, ebd., S. 20).

Die Beobachtungsbögen wurden von zwei geschulten Projektmitarbeitern und einer geschulten Projektmitarbeiterin ausgefüllt, deren Interraterreliabilität nach einer Schulung durch die Autoren des Instruments bei  $r = .85$  liegt und als hoch einzuschätzen ist. Dagegen befindet sich die interne Konsistenz für die gebildete Subskala Mathematik für die untersuchte Stichprobe mit  $\alpha = .65$  gerade noch im akzeptablen Bereich.

### Vorgehen bei der Datenanalyse

Für die Überprüfung der o.g. Hypothesen wurden die vorliegenden Daten als hierarchisches System betrachtet, in dem die Kinder nach ihren jeweiligen Gruppen geclustert sind. Um dieser Datenlage methodisch gerecht zu werden, wurden mit dem Softwarepaket HLM7 (Raudenbush, Bryk, Cheong, Congdon & du Toit, 2011) hierarchisch lineare Modelle auf zwei Ebenen (Individualebene „Kinder“, Kontextebene „Kindergartengruppe“) gerechnet.

In einem ersten Schritt wurde zur Bestimmung der Intraklassenkorrelationen (ICC) ein

unkonditioniertes Modell für die Variablen mathematische Kompetenz im Prä- ( $KIKI_{10}$ ) sowie im Posttest ( $KIKI_{11}$ ) spezifiziert.

In einem weiteren Schritt wurden zur Überprüfung der Hypothesen 2 und 3 slope-as-outcome-Modelle gerechnet. Es wird angenommen, dass das Kontextmerkmal „mathematische Prozessqualität in der Kindergarten-Gruppe (KES-E)“ bzw. die Teilnahme der Fachkräfte an der Fortbildung mit dem Schwerpunkt alltagsintegrierte frühe mathematische Bildung (Treatment) den Effekt des Prädiktors  $KIKI_{10}$  auf das Kriterium  $KIKI_{11}$  moderiert.

Auf Ebene 1 wurden die Modelle für das Alter der Kinder im Prätest ( $Alter_{10}$ ) kontrolliert. Weitere Prädiktoren (nonverbale kognitive Fähigkeiten, Geschlecht, sozioökonomischer Status der Eltern) wurden ebenso überprüft, erwiesen sich aber als nicht signifikant. Da sie auch den Modellfit nicht verbesserten, wurden sie in den Berechnungen nicht berücksichtigt.

Die Prädiktoren  $KIKI_{10}$ ,  $Alter_{10}$  und  $KES-E_{10}$  wurden zur anschaulicheren Interpretation der Ergebnisse am jeweiligen Mittelwert der Gesamtgruppe zentriert. Der Prädiktor Treatment wurde dummy-codiert (0 = keine Fortbildungsteilnahme, 1 = Fortbildungsteilnahme).

Zur Beurteilung der praktischen Relevanz der Ergebnisse auf beiden Ebenen wurde das  $PRE-R^2$  nach Bryk und Raudenbush (1992) herangezogen.

## Ergebnisse

### Deskriptive Statistiken

Die deskriptiven Statistiken der abhängigen Variable sowie der Prädiktoren auf Ebene 1 (Kinder) und Ebene 2 (Fachkräfte) für die untersuchten 197 Kinder aus 21 Gruppen sind in Tabelle 2 dargestellt.

Auf Kindebene ist vom Prä- zum Posttest in beiden untersuchten Gruppen im Mittel ein ähnlicher Zuwachs der mathematischen Kompetenzen von 1.1 bis 1.2 Logits zu ver-

Tabelle 2: Deskriptive Statistiken für die Treatment-, Kontroll- und Gesamtgruppe

|                | Variable                            | Treatmentgruppe |              |            | Kontrollgruppe |              |            | Gesamtgruppe |              |            |
|----------------|-------------------------------------|-----------------|--------------|------------|----------------|--------------|------------|--------------|--------------|------------|
|                |                                     | N               | M (SD)       | Range      | N              | M (SD)       | Range      | N            | M (SD)       | Range      |
| <b>Ebene 1</b> | math. Komp. <sub>11</sub>           | 70              | -0.21 (1.80) | -3.55-5.18 | 127            | -0.18 (1.60) | -3.65-5.18 | 197          | -0.19 (1.67) | -3.65-5.18 |
|                | math. Komp. <sub>10</sub>           | 70              | -1.37 (1.47) | -5.65-2.63 | 127            | -1.31 (1.47) | -5.65-1.64 | 197          | -1.33 (1.58) | -5.65-2.63 |
|                | Alter <sub>10</sub>                 | 70              | 49.87 (9.98) | 36-72      | 127            | 49.39 (8.89) | 35-71      | 197          | 49.56 (9.26) | 35-72      |
| <b>Ebene 2</b> | math. Prozessqualität <sub>10</sub> | 7               | 1.71 (0.49)  | 1-2        | 14             | 1.64 (1.15)  | 1-4        | 21           | 1.67 (0.97)  | 1-4        |

zeichnen. Auf der Ebene der Fachkräfte ist der Prädiktor mathematische Qualität in der Kindergartengruppe in beiden Untersuchungsgruppen über alle Gruppen hinweg unzureichend bis minimal ausgeprägt.

### Unkonditioniertes Modell (Modell 1)

Zur Überprüfung der Hypothese 1 wurde sowohl für die mathematische Kompetenz der Kinder im Prä- ( $KIKI_{i0}$ ) als auch im Posttest ( $KIKI_{i1}$ ) ein unkonditioniertes Modell spezifiziert. Die Ergebnisse des Modells fasst Tabelle 3 zusammen.

Das mittlere Leistungsniveau der Kinder beträgt im Prätest  $\gamma_{00} = -1.37$  Logits, im Posttest beträgt es  $\gamma_{00} = -0.29$  Logits. Aufgrund des hohen Standardfehlers von 0.22 kann dieses Niveau im Posttest nicht signifikant von Null verschieden geschätzt werden ( $p = .210$ ). Die Analyse der geschätzten zufälligen Effekte auf Ebene 1 ( $r_{ij}$ ) und Ebene 2 ( $u_{0i}$ ) zeigt, dass es zwischen den Kindergartengruppen sowohl im Prätest mit  $\chi^2 = 69.97$  ( $df = 20$ ,  $p < .001$ ) als auch im Posttest mit  $\chi^2 = 91.22$  ( $df = 20$ ,

$p < .001$ ) signifikante Unterschiede in den mathematischen Kompetenzen der Kinder gibt. Betrachtet man die Varianzkomponenten auf den unterschiedlichen Ebenen, zeigt sich ein substanzieller Anteil erklärbarer Varianz von 21% (Prätest) bzw. 29% (Posttest) zwischen diesen Gruppen. Die untersuchten Kindergartengruppen unterscheiden sich somit statistisch signifikant und substanziell im Hinblick auf die mathematischen Kompetenzen der Kinder im Prä- sowie im Posttest. Auffällig ist dabei, dass sich der Anteil erklärbarer Varianz vom Prä- zum Posttest erhöht.

### Slope-as-outcome-Modell (Modell 2)

In Hypothese 2 wurde angenommen, dass die Unterschiede in den mathematischen Kompetenzen der Kinder durch den Prädiktor mathematische Prozessqualität in der Kindergartengruppe ( $KES-E_{i0}$ ) erklärt werden können. Zur Prüfung dieser Annahme wurde in einem slope-as-outcome-Modell ein Interaktionseffekt zwischen dem Lerneffekt (slope) der mathematischen Kompetenzen der Kinder vom Prä-

Tabelle 3: Unkonditioniertes Modell ( $AV = KIKI_{i0}$ ,  $KIKI_{i1}$ )

| Modell 1  |             |                   |         |          |        |
|---|-------------|-------------------|---------|----------|--------|
| Feste Effekte   | Koeffizient | SE                | t-ratio | Df       | p      |
| Modell für den intercept $\beta_{0i}$ ( $KIKI_{i0}$ ) |             |                   |         |          |        |
| Mittleres Leistungsniveau $\gamma_{00}$               | -1.37       | 0.19              | -7.28   | 20       | < .001 |
| Zufällige Effekte                                     | SD          | Varianzkomponente | df      | $\chi^2$ | p      |
| Leistungsniveau $u_{0i}$                              | 0.72        | 0.51              | 20      | 69.97    | < .001 |
| Level-1-Fehler $r_{ij}$                               | 1.41        | 1.98              |         |          |        |

Abweichungsstatistik (DIC) = 719.27; ICC = .21

| Modell für den intercept $\beta_{0i}$ ( $KIKI_{i1}$ ) |       |                   |       |          |        |
|---|-------|-------------------|-------|----------|--------|
| Mittleres Leistungsniveau $\gamma_{00}$               | -0.29 | 0.22              | -1.30 | 20       | .210   |
| Zufällige Effekte                                     | SD    | Varianzkomponente | df    | $\chi^2$ | p      |
| Leistungsniveau $u_{0i}$                              | 0.92  | 0.84              | 20    | 91.22    | < .001 |
| Level-1-Fehler $r_{ij}$                               | 1.43  | 2.06              |       |          |        |

Abweichungsstatistik (DIC) = 733.46; ICC = .29

zum Posttest und dem Prädiktor KES- $E_{i0}$  modelliert, während auf Ebene 1 zusätzlich für das Alter der Kinder kontrolliert wurde.

Im Mittel wird für die Kinder mit einer für die vorliegende Stichprobe durchschnittlichen mathematischen Kompetenz im Prätest sowie einem durchschnittlichen Alter (Zentrierung am Gesamtmittelwert) ein mathematisches Leistungsniveau  $\gamma_{00}$  von -0.25 Logits erwartet. Dieser Erwartungswert ist signifikant von Null verschieden [ $t(20) = -3.45$ ,  $p < .01$ ]. Der Effekt für Kinder mit durchschnittlicher Ausgangslage beträgt 0.61 Logits ( $\gamma_{10}$ ). Dieser individuelle Lerneffekt ist ebenfalls signifikant von Null verschieden [ $t(19) = 9.69$ ,  $p < .001$ ] und wird zusätzlich signifikant [ $t(19) = 2.33$ ,  $p < .05$ ] von der mathematischen Prozessqualität in der Kindergartengruppe moderiert ( $\gamma_{11}$ ). Steigt die mathematische Prozessqualität in der Kindergartengruppe auf der 7-stufigen-Likert-Skala der KES-E um 1, so erhöht sich der individuelle Lerneffekt  $\gamma_{10}$  um weitere 0.11 Logits. Weiterhin stellt das Alter einen signifikanten Prädiktor der mathematischen Kom-

petenz der Kinder im Posttest dar [ $t(20) = 8.34$ ,  $p < .001$ ]. Die Analyse der zufälligen Effekte in Tabelle 4 zeigt, dass unter Berücksichtigung der genannten Prädiktoren offensichtlich keine signifikanten Unterschiede mehr zwischen den Kindergartengruppen bezüglich der mathematischen Kompetenzen der Kinder im Posttest bestehen [ $\chi^2 = 23.62$  ( $df = 20$ ,  $p = .259$ )].

Gleiches gilt für den Effekt des Alters auf die mathematischen Kompetenzen der Kinder im Posttest [ $\chi^2 = 23.91$  ( $df = 20$ ,  $p = .246$ )]. Für den individuellen Lerneffekt der Kinder bezüglich ihrer mathematischen Kompetenzen ist hingegen weiterhin eine systematische Variation zwischen den Gruppen zu erkennen [ $\chi^2 = 33.24$  ( $df = 19$ ,  $p < .05$ )]. Zur Beurteilung der Modellanpassung wurde die Abweichungsstatistik des slope-as-outcome-Modells (DIC = 488.02) mit dem unconditionierten Modell (DIC = 733.46) verglichen. Das hier spezifizierte slope-as-outcome-Modell weist eine signifikant geringere Abweichungsstatistik auf [ $\chi^2 = 245.44$  ( $df = 5$ ,  $p < .001$ )]. Auf Ebene 1 kann durch

Tabelle 4: Slope-as-outcome-Modell zur Vorhersage von  $KIKI_{it}$  durch KES- $E_{i0}$

| Modell 2 (slope-as-outcome-Modell)                    |                     |                    |         |          |        |
|---|---------------------|--------------------|---------|----------|--------|
| Feste Effekte   | Koeffizient B       | SE                 | t-ratio | df       | p      |
| Modell für den intercept $\beta_{0i}$ ( $KIKI_{i0}$ ) |                     |                    |         |          |        |
| Mittleres Leistungsniveau $\gamma_{00}$               | -0.25               | 0.07               | -3.45   | 20       | < .01  |
| Modell für den slope $\beta_{1i}$ ( $KIKI_{i0}$ )     |                     |                    |         |          |        |
| Mittlerer Effekt $\gamma_{10}$                        | 0.61                | 0.06               | 9.69    | 19       | < .001 |
| math. Prozessqualität $\gamma_{11}$                   | 0.11                | 0.05               | 2.33    | 19       | < .05  |
| Modell für den slope $\beta_{2i}$ ( $AGE_{i0}$ )      |                     |                    |         |          |        |
| Mittlerer Effekt $\gamma_{20}$                        | 0.07                | 0.01               | 8.34    | 20       | < .001 |
| Zufällige Effekte                                     | Standard-abweichung | Varianz-komponente | df      | $\chi^2$ | p      |
| Leistungsniveau $KIKI_{i0}$ $u_{0i}$                  | 0.18                | 0.03               | 20      | 23.62    | .259   |
| Effekt ( $KIKI_{i0}$ ) $u_{1i}$                       | 0.18                | 0.03               | 19      | 33.24    | < .05  |
| Effekt ( $AGE_{i0}$ ) $u_{2i}$                        | 0.02                | < 0.00             | 20      | 23.91    | .246   |
| Level-1-Fehler $r_{ij}$                               | 0.77                | 0.59               |         |          |        |

Abweichungsstatistik (DIC) = 488.02;  $\chi^2 = 245.44$ ,  $df = 5$ ,  $p < .001$

die Prädiktoren  $\text{Alter}_{10}$  und  $\text{KIKI}_{10}$  63% der Varianz aufgeklärt werden ( $\text{PRE-R}^2 = .63$ ), auf Ebene 2 liegt der Anteil erklärter Varianz des individuellen Lerneffekts für die cross-level-interaction der mathematischen Prozessqualität bei  $\text{PRE-R}^2 = .11$ .

Die Hypothese 2 kann durch Modell 2 bestätigt werden: Die mathematische Prozessqualität in der Kindergartengruppe moderiert den Lerneffekt mathematischer Kompetenzen der Kinder positiv. Allerdings scheinen weiterhin signifikante Unterschiede zwischen den Kindergartengruppen zu bestehen. Dies kann als Indikator dafür gelten, dass das Modell durch weitere Prädiktoren auf Ebene 2 näher spezifiziert werden sollte.

### ***Slope-as-outcome-Modell (Modell 3)***

Auf Basis der Ergebnisse aus dem o.g. Modell 2 wurde des Weiteren angenommen, dass die bestehenden kontextabhängigen Gruppenunterschiede für den Effekt der mathematischen Kompetenzen im Prätest auf jene im

Posttest durch die Dummyvariable Treatment (0 = keine Fortbildungsteilnahme, 1 = Fortbildungsteilnahme) näher erklärt werden können. Der Prädiktor Treatment auf Ebene 2 wurde somit als weiterer Moderator für den individuellen Lerneffekt in das Modell aufgenommen.

Die Ergebnisse des Modells sind in Tabelle 5 zusammengefasst. Da sich die Koeffizienten der bereits in Modell 2 geschätzten festen sowie zufälligen Effekte in ihrem Gewicht und Signifikanzniveau nur unwesentlich verändern, wird an dieser Stelle auf eine detaillierte Beschreibung verzichtet. Der geschätzte Effekt des zusätzlichen Prädiktors Treatment ( $\gamma_{12}$ ) fällt mit  $B = .02$  sehr gering aus und ist nicht signifikant von Null verschieden [ $t(18) = 0.24$ ,  $p = .816$ ].

Auch das Ergebnismuster für den zufälligen Effekt der mathematischen Kompetenzen im Prätest auf den Posttest ( $u_{1i}$ ) verändert sich nicht wesentlich. Das Treatment führt nicht zu einer Aufklärung der in Modell 2 gefundenen kontextspezifischen Gruppenun-

*Tabelle 5: Slope-as-outcome-Modell zur Vorhersage von  $\text{KIKI}_{t1}$  durch  $\text{KES-E}_{t0}$  und Treatment*

| <b>Modell 3 (slope-as-outcome-Modell)</b>   |                            |                           |                |           |          |
|---|----------------------------|---------------------------|----------------|-----------|----------|
| <i>Feste Effekte</i>  | <i>Koeffizient</i>         | <i>SE</i>                 | <i>t-ratio</i> | <i>df</i> | <i>p</i> |
| <b>Modell für den intercept <math>\beta_{0i}</math> (<math>\text{KIKI}_{t1}</math>)</b> |                            |                           |                |           |          |
| Mittleres Leistungsniveau $\gamma_{00}$   | -0.25                      | 0.07                      | -3.43          | 20        | < .01    |
| <b>Modell für den slope <math>\beta_{1i}</math> (<math>\text{KIKI}_{t0}</math>)</b>     |                            |                           |                |           |          |
| Mittlerer Effekt $\gamma_{10}$  | 0.60                       | 0.07                      | 8.30           | 18        | < .001   |
| math. Prozessqualität $\gamma_{11}$   | 0.11                       | 0.05                      | 2.27           | 18        | < .05    |
| Treatment $\gamma_{12}$   | 0.02                       | 0.09                      | 0.24           | 18        | .816     |
| <b>Modell für den slope <math>\beta_{2i}</math> (<math>\text{AGE}_{t0}</math>)</b>      |                            |                           |                |           |          |
| Mittlerer Effekt $\gamma_{20}$  | 0.07                       | 0.01                      | 7.41           | 20        | < .001   |
| <i>Zufällige Effekte</i>  | <i>Standard-abweichung</i> | <i>Varianz-komponente</i> | <i>df</i>      | $\chi^2$  | <i>p</i> |
| Leistungsniveau $\text{KIKI}_{t1}$ $u_{0i}$   | 0.19                       | 0.04                      | 20             | 23.63     | .258     |
| Effekt ( $\text{KIKI}_{t0}$ ) $u_{1i}$  | 0.19                       | 0.04                      | 18             | 33.21     | < .05    |
| Effekt ( $\text{AGE}_{t0}$ ) $u_{2i}$   | 0.02                       | < 0.00                    | 20             | 23.86     | .248     |
| Level-1-Fehler $r_{ij}$   | 0.77                       | 0.60                      |                |           |          |

Abweichungsstatistik (DIC) = 492.85;  $\chi^2 = 240.61$ ,  $df = 5$ ,  $p < .001$

terschiede. Diese bleiben weiter bestehen [ $\chi^2 = 33.21$  (df = 18,  $p < .05$ )].

Zwar weist das Modell 3 im Vergleich zum unkontingierten Modell einen signifikant besseren Modellfit auf [ $\chi^2 = .61$  (df = 5,  $p < .001$ )], verglichen mit dem Modell 2 steigt die Abweichungsstatistik trotz Hinzunahme eines Prädiktors auf Ebene 2 aber an (492.85 vs. 488.02). Hypothese 3 muss somit verworfen werden: Die Teilnahme an der Fortbildung mit dem Schwerpunkt „frühe mathematische Bildung“ moderiert den Lerneffekt der Kinder nicht signifikant.

## Diskussion

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, den Effekt pädagogischer Prozessqualität sowie einer Professionalisierungsmaßnahme für pädagogische Fachkräfte auf kindliche mathematische Basiskompetenzen zu evaluieren.

Aufgrund der Mehrebenenstruktur der vorliegenden Daten, wurden hierarchisch-lineare Modelle spezifiziert. Es wurde zunächst analysiert, welche Bedeutung der pädagogischen Prozessqualität im Bereich Mathematik in den Kindergartengruppen zukommt. Es konnte ein signifikanter Einfluss der mathematischen Prozessqualität auf die Kompetenzen der Kinder nachgewiesen werden. Dieser zeigte sich auch unter Kontrolle der intraindividuellen Prädiktoren Vorwissen und Alter, die erwartungsgemäß einen großen Anteil der Varianz auf Kindebene erklären konnten.

Wenngleich durch dieses Ergebnis die internationalen Befunde repliziert werden, bleibt zu konstatieren, dass die mathematische Prozessqualität in der vorliegenden Stichprobe sehr gering ausfällt (vgl. dazu auch Thiel, 2009). Offenbar kann aber bereits die Veränderung dieser Qualität auf niedrigem Niveau die Entwicklung der mathematischen Kompetenzen der Kinder maßgeblich beeinflussen. Es ist davon auszugehen, dass sich dieser Effekt bei höherer Qualität noch weiter verstärken wird. Auf methodi-

scher Ebene ist anzumerken, dass die inhaltliche Passung zwischen den Instrumenten KES-E und KIKI eher gering ist: während die KES-E in der Subskala Mathematik sehr stark den Bereich Mengen und Zahlen fokussiert, bildet der KIKI die mathematische Kompetenz der Kinder deutlich umfassender ab. Nach Fukkink und Lont (2007) kann davon ausgegangen werden, dass allein durch eine bessere inhaltliche Passung (alignment) auch größere Effekte nachweisbar sind. Der „wahre“ Effekt pädagogischer Prozessqualität wird bedingt dadurch möglicherweise unterschätzt.

Auch kann bislang nicht beantwortet werden, ob es mit den Fortbildungen gelungen ist, die Prozessqualität innerhalb der Gruppen positiv zu verändern. Eine erneute Erhebung der KES-E Daten ist erst für das Jahr 2015 geplant.

Zusammengenommen wird durch die vorliegenden Ergebnisse die Notwendigkeit der Verbesserung mathematischer Prozessqualität unterstrichen. Dazu wurde im Projekt KOMPASS eine entsprechende Fortbildungsmaßnahme durchgeführt und deren Effekt auf die mathematische Kompetenzentwicklung evaluiert.

Im Unterschied zu nationalen und internationalen Befunden (z.B. Jörns et al., 2013; Peter-Koop & Grüßing, 2008) ließ sich aber kein signifikanter Einfluss der Fortbildungsteilnahme auf die Entwicklung der Kinder nachweisen. Mögliche Ursachen für diese Abweichung sind auf verschiedenen Ebenen zu suchen.

In der vorliegenden Studie unterscheiden sich die Untersuchungsgruppen nicht darin, ob sie eine Intervention erhielten oder nicht (klassisches Wartekontrollgruppendesign), sondern lediglich im inhaltlichen Schwerpunkt der jeweiligen Fortbildung. Wenngleich in den Fortbildungen der Bereiche *Sprache/Literacy* und *sozial-emotionale Entwicklung* keine spezifisch mathematischen Inhalte thematisiert wurden, waren die Fortbildungen vergleichbar umfänglich und fokussierten auf eine alltagsintegrierte Förderung. Eine allgemeine Verbesserung der Pro-

zessqualität unabhängig von dem Fortbildungsschwerpunkt in allen Gruppen kann dementsprechend nicht ausgeschlossen werden. Kritisch betrachtet werden muss darüber hinaus die Zusammensetzung der Untersuchungsgruppen, da kein Einfluss darauf genommen werden konnte, welche Fachkraft in welchem Bereich fortgebildet wird. Eine zufällige Zuweisung der Fachkräfte zu den Fortbildungsschwerpunkten war demzufolge nicht möglich, sodass eine gewisse Selektivität der Stichprobe aus praktischen Gründen unvermeidbar war.

Eine weitere Limitation der Studie ergibt sich daraus, dass Daten zur Entwicklung der Prozessqualität in den Gruppen noch ausstehen. Den Befunden der Meta-Analyse von Fukkink und Lont (2007) zufolge, können diese Effekte sehr unterschiedlich ausfallen. Es gilt im weiteren Untersuchungsverlauf also zu überprüfen, welchen Einfluss die Qualifizierungsmaßnahmen im Projekt KOMPASS auf die Entwicklung der pädagogischen Qualität in den Einrichtungen hat. Daraus lassen sich dann differenziertere Aussagen zur Wirkung der Fortbildung auf die Entwicklung pädagogischer Prozessqualität sowie kindlicher Kompetenzen im Sinne des „Structure → Process → Outcome“-Paradigmas ableiten.

Ein weiterer Grund für ausbleibende Fortbildungseffekte könnte in dem Zeitraum zwischen Prä- und Posttest gesehen werden. Dieser ist mit ca. sechs Wochen etwa im Vergleich zu der längsschnittlichen Untersuchung von Peter-Koop und Grüßing (2008) sehr kurz. Obwohl die Fortbildungsreihe praxisnah auf die alltägliche Arbeit der Fachkräfte abgestimmt war, um eine möglichst schnelle Implementierung zu gewährleisten, kann ein rascher und reibungsloser Transfer nicht als gesichert angenommen werden. Darüber hinaus übersteigt eine aus der verbesserten Interaktionsgestaltung resultierende Entwicklung der kindlichen Kompetenzen die Zeitspanne zwischen Prä- und Posttest. Es bleibt also abzuwarten, ob sich positive Effekte der Fortbildung auf die mathematischen Basiskompetenzen der Kinder mittel- und

langfristig im weiteren Untersuchungsverlauf nachweisen lassen.

## Literaturverzeichnis

- Anders, Y. (2012). *Modelle professioneller Kompetenzen für frühpädagogische Fachkräfte. Aktueller Stand und ihr Bezug zur Professionalisierung: Expertise zum Gutachten „Professionalisierung in der Frühpädagogik“ im Auftrag des Aktionsrats Bildung*. München: vbw.
- Aunio, P. & Niemivirta, M. (2010). Predicting children's mathematical performance in grade one by early numeracy. *Learning and Individual Differences*, 20(5), 427-435.
- Aunola, K., Leskinen, E., Lerkkanen, M.-K. & Nurmi, J.-E. (2004). Developmental Dynamics of Math Performance from Preschool to Grade 2. *Journal of Educational Psychology*, 96(4), 699-713.
- Baroody, A. J. (2004). The role of psychological research in the development of early childhood mathematics standards. In D. H. Clements & J. Sarama (Eds.), *Engaging young children in mathematics: Standards for early childhood mathematics instructions* (pp. 149-172). New York: Lawrence Erlbaum Associates.
- Baumert, J., & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9(4), 469-520.
- Bryk, A. S. & Raudenbush, S. W. (1992). *Hierarchical linear models: Applications and data analysis methods (Advanced quantitative techniques in the social sciences, Bd. 1)*. Newbury Park: Sage.
- Dickinson, D. K. (2003). Why we must improve teacher-child conversations in preschools and the promise of professional development. In L. Girolametto & E. Weitzman (Eds.), *Enhancing Caregiver Language Facilitation in Child Care Settings – Proceedings from the Symposium* (pp. 41-48). Toronto: The Hanen Centre.
- Dornheim, D. (2008). *Prädiktion von Rechenleistung und Rechenschwäche: Der Beitrag*

- von Zahlen-Vorwissen und allgemein-kognitiven Fähigkeiten. Frankfurt: Lang.
- Fröhlich-Gildhoff, K., Nentwig-Gesemann, I. & Pietsch, S. (2011). *Kompetenzorientierung in der Qualifizierung frühpädagogischer Fachkräfte*. Online unter: [http://www.weiterbildungsinitiative.de/uploads/media/WiF\\_F\\_Expertise\\_Nr\\_19\\_Froehlich\\_Gildhoff\\_ua\\_Internet\\_\\_PDF.pdf](http://www.weiterbildungsinitiative.de/uploads/media/WiF_F_Expertise_Nr_19_Froehlich_Gildhoff_ua_Internet__PDF.pdf) [Zugriff: 02.12.2013].
- Fukkink, R. G. & Lont, A. (2007). Does training matter? A meta-analysis and review of caregiver training studies. *Early Childhood Research Quarterly*, 22(3), 294-311.
- Gisbert, K. (2004). *Lernen lernen*. Weinheim, Basel: Beltz.
- Grüßing, M., Heinze, A., Duchhardt, Ch., Ehmeke, T., Knopp, E. & Neumann, I. (2013). KiKi - Kieler Kindergarten-Test Mathematik zur Erfassung mathematischer Kompetenz von vier- bis sechsjährigen Kindern im Vorschulalter. In M. Hasselhorn, A. Heinze, W. Schneider & U. Trautwein (Hrsg.), *Diagnostik mathematischer Kompetenzen* (S. 67-80). Göttingen: Hogrefe.
- Harms, T., Clifford, R. M. & Cryer, D. (2004). *Early childhood environment rating scale - Revised (ECERS-R)*. New York: Teachers College, Columbia University.
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Ramineni, C. & Locuniak, M. N. (2009). Early math matters: Kindergarten number competence and later mathematics outcomes. *Developmental Psychology*, 45(3), 850-867.
- Jörns, C., Schuchardt, K., Mähler, C. & Grube, D. (2013). Alltagsintegrierte Förderung numerischer Kompetenzen im Kindergarten. *Frühe Bildung*, 2(2), 84-91.
- Jungmann, T., Koch, K., Morawiak, U., Schulz, A., Stockheim, D. & Tresp, T. (2013). *Implementation und Evaluation eines Konzepts der alltagsintegrierten Förderung aller Kinder zur Prävention sonderpädagogischen Förderbedarfs*. Unveröffentlichter Projektzwischenbericht 2013.
- Krajewski, K. (2008). Vorschulische Förderung bei beeinträchtigter Entwicklung mathematischer Kompetenzen. In J. Borchert, B. Hartke & P. Jogschies (Hrsg.), *Frühe Förderung entwicklungsauffälliger Kinder und Jugendlicher* (S. 122-135). Stuttgart: Kohlhammer.
- Krajewski, K. & Schneider, W. (2006). Mathematische Vorläuferfertigkeiten im Vorschulalter und ihre Vorhersagekraft für die Mathematikleistungen bis zum Ende der Grundschulzeit. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, (53), 246-262.
- NICHD Early Child Care Research Network (2000). Characteristics and Quality of Child Care for Toddlers and Preschoolers. *Applied Developmental Science*, 4(3), 116-135.
- NICHD Early Child Care Research Network (2002). Early Child Care and Children's Development Prior to School Entry: Results from the NICHD Study of Early Child Care. *American Educational Research Journal*, 39(1), 133-164.
- OECD (2001). *Starting Strong: Early Childhood Education and Care*. Online verfügbar: [www.oecd-library.org](http://www.oecd-library.org) [Zugriff: 02.12.2013].
- OECD (2006). *Starting Strong II: Early Childhood Education and Care*. Online verfügbar: [www.oecd-library.org](http://www.oecd-library.org) [Zugriff: 02.12.2013].
- OECD (2011). *Starting Strong III: A Quality Toolbox for Early Childhood Education and Care*. Online verfügbar: [www.oecd-library.org](http://www.oecd-library.org) [Zugriff: 02.12.2013].
- Peter-Koop, A. & Grüßing, M. (2008). Förderung mathematischer Vorläuferfähigkeiten: Befunde zur vorschulischen Identifizierung und Förderung von potenziellen Risikokindern in Bezug auf das schulische Mathematiklernen. *Empirische Pädagogik*, 22(3), 209-224.
- Raudenbush, S. W., Bryk, A. S., Cheong, Y. F., Congdon, R. T. & du Toit, M. (2011). *HLM7: Linear and Nonlinear Modeling*. USA: Scientific Software International.
- Rudd, L. C., Lambert, M. C., Satterwhite, M. & Smith, C. H. (2009). Professional Development + Coaching = Enhanced Teaching: Increasing Usage of Math Mediated Language in Preschool Classrooms. *Early Childhood Development Journal*, (37), 63-69.



- Schlotter, M. & Wößmann, L. (2010). Frühkindliche Bildung und spätere kognitive und nicht-kognitive Fähigkeiten: Deutsche und internationale Evidenz. Ifo Working Paper No. 91. Online verfügbar: [www.cesifo-group.de](http://www.cesifo-group.de) [Zugriff: 30.10.2013].
- Sylva, K., Melhuish, E.C., Sammons, P., Siraj-Blatchford, I. & Taggart, B. (2004). *The Effective Provision of Pre-School Education (EPPE) Project: Technical Paper 12 - The Final Report: Effective Pre-School Education*. London: DfES / Institute of Education, University of London.
- Sylva, K., Siraj-Blatchford, I. & Taggart, B. (2003). *Assessing Quality in the Early Years: Early Childhood Environmental Rating Scale – Extension (ECERS-E): Four Curricular Subscales*. Stoke on Trent: Trentham Books.
- Thiel, O. (2009): Prozessqualität mathematischer Bildung im Kindergarten. Online verfügbar: [http://www.mathematik.uni-dortmund.de/ieem/BzMU/BzMU2009/Beitraege/alle%20ModSek/Schuler\\_ModSek/THIEL\\_Oliver\\_2009\\_Prozessqualitaet.pdf](http://www.mathematik.uni-dortmund.de/ieem/BzMU/BzMU2009/Beitraege/alle%20ModSek/Schuler_ModSek/THIEL_Oliver_2009_Prozessqualitaet.pdf), [Zugriff: 11.04.2014].
- Tietze, W., Gralla-Hoffmann, K., Grenner, K. & Roßbach, H.-G. (2012). *Kindergarten-Skala – Revidierte Fassung (KES-R-E). Forschungsversion*.
- Tietze, W., Meischner, T., Gänsfuss, R., Grenner, K., Schuster, K.-M., Völkel, P. & Rossbach, H.-G. (1998). *Wie gut sind unsere Kindergärten?: Eine empirische Untersuchung zur pädagogischen Qualität in deutschen Kindergärten*. Neuwied: Luchterhand.
- Tietze, W., Roßbach, H.-G. & Grenner, K. (2005). *Kinder von 4 bis 8 Jahren. Zur Qualität der Erziehung und Bildung in Kindergarten, Grundschule und Familie*. Weinheim u. a.: Beltz.
- Weißhaupt, S., Peucker, S. & Wirtz, M. (2006). Diagnose mathematischen Vorwissens im Vorschulalter und Vorhersage von Rechenleistungen und Rechenschwierigkeiten in der Grundschule. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 53, 236-245.
- Werner, B. (1999). Rechenschwäche – oder nicht geförderte Fähigkeiten? Diagnose und Fördermöglichkeiten für Kinder mit Schwierigkeiten im Mathematikunterricht. *Zeitschrift für Heilpädagogik*, 50(10), 471-475.
- Wittmann, E. (1997): *Grundfragen des Mathematikunterrichts* (6. Aufl.). Braunschweig, Wiesbaden: Vieweg.

**Timo Tresp**

Adalbertstraße 23

24106 Kiel

[timo.tresp@uni-rostock.de](mailto:timo.tresp@uni-rostock.de)